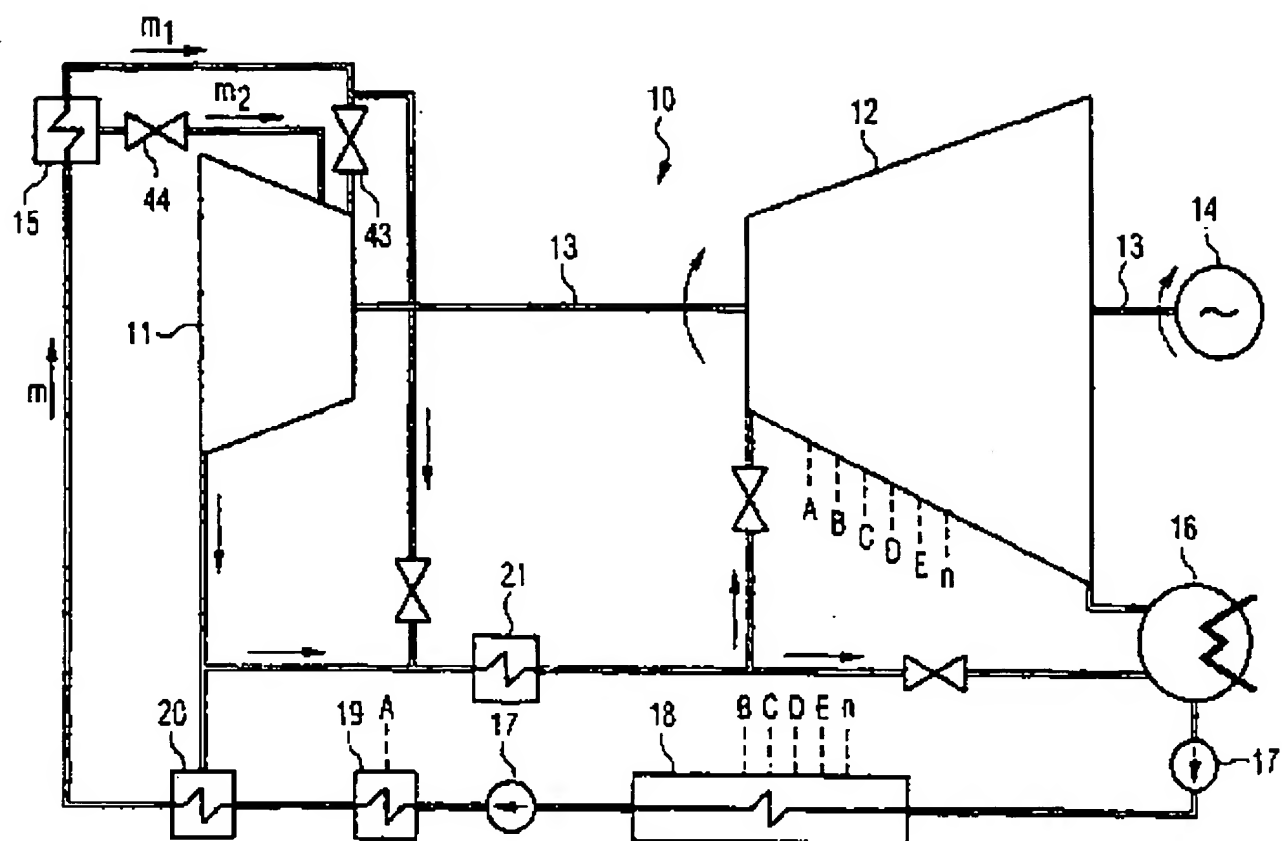


AN: PAT 2002-068267  
TI: High pressure expansion section of steam turbine has rotatably located shaft enclosed in housing and is provided with inflow for feed of fresh steam at specific temperature and pressure from steam producer  
PN: **EP1154123-A1**  
PD: 14.11.2001  
AB: NOVELTY - The high pressure expansion section (11) of a steam turbine (10) has a rotatably located shaft (13) enclosed in a housing. It is provided with an inflow for feed of fresh steam (m1) at a specific temperature and pressure from a steam producer (15). A further feed for cool steam (m2) is provided, which is taken from the steam producer and has a lower temperature and a higher pressure than the fresh steam. DETAILED DESCRIPTION - The feed issues into a ring groove in the housing encompassing the shaft. The shaft is formed as a piston in the area of the further feed, which compensates forces, which act in an axial direction on the blades of the shaft. The inflows for the fresh steam and the further feed for the cool steam are arranged closely next to each other.; USE - For cooling a shaft in a high pressure expansion section of a steam turbine. ADVANTAGE - Cooling of a shaft of a high pressure turbine is made possible, particularly of a piston for thrust compensation. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure presents a schematic view of the steam turbine installation steam turbine 10 high pressure expansion section 11 shaft 13 steam producer 15 fresh steam m1 cool steam m2  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: WIEGHARDT K;  
FA: **EP1154123-A1** 14.11.2001; EP1280980-A1 05.02.2003; WO200186121-A1 15.11.2001;  
CO: AL; AT; BE; CH; CN; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IN; IT; JP; KR; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; RU; SE; SI; TR; US; WO;  
DN: CN; IN; JP; KR; RU; US;  
DR: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; TR;  
IC: F01D-005/08; F01D-025/26;  
MC: X11-A01A2; X11-A01C;  
DC: Q51; X11;  
FN: 2002068267.gif  
PR: EP0109911 10.05.2000;  
FP: 14.11.2001  
UP: 10.02.2003



2002 10618

AC

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 154 123 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.11.2001 Patentblatt 2001/46

(51) Int Cl.7: F01D 5/08, F01D 25/26

(21) Anmeldenummer: 00109911.8

(22) Anmeldetag: 10.05.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

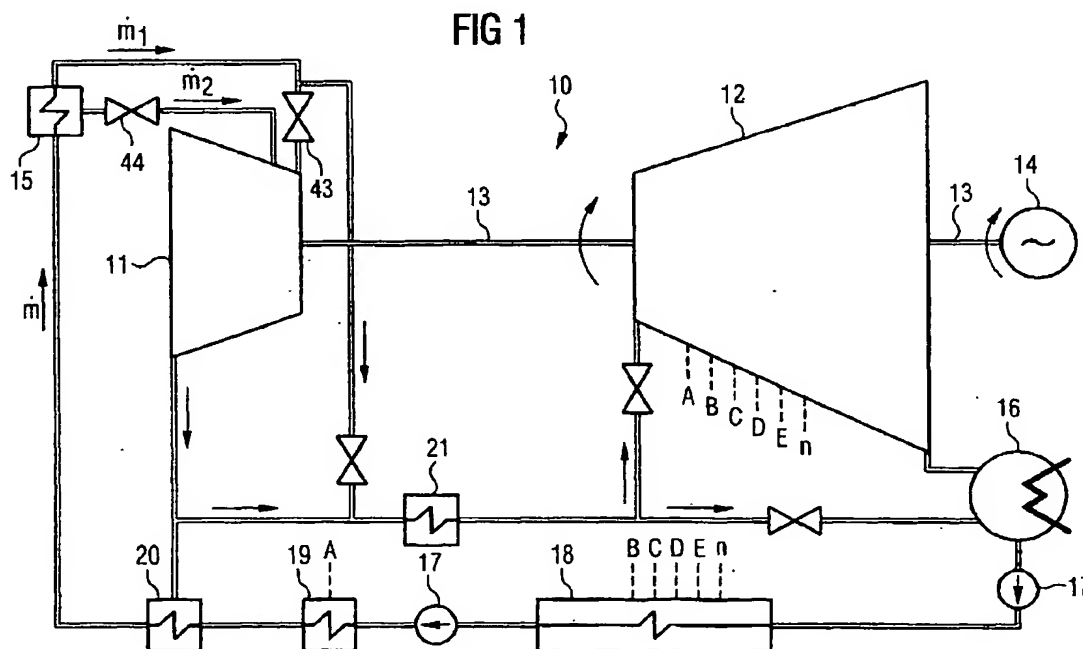
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Wieghardt, Kai, Dr.-Ing.  
44869 Bochum (DE)

(54) Verfahren zur Kühlung einer Welle in einem Hochdruck-Expansionsabschnitt einer Dampfturbine

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung einer Welle (13) in einem Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) einer Dampfturbine (10). Zur Erzeugung von Frischdampf ( $m_1$ ) mit einer Temperatur ( $T_1$ ) und einem Druck ( $p_1$ ) ist ein Dampferzeuger (15) vorgesehen. Erfindungsgemäß wird dem Dampferzeuger

(15) zur Kühlung der Welle (13) Kühleddampf ( $m_2$ ) entnommen, dessen Temperatur ( $T_2$ ) kleiner und dessen Druck ( $p_2$ ) größer ist als die des Frischdampfs ( $m_1$ ). Bei einem erfindungsgemäßen Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) ist eine Zuführung (42) für den Kühleddampf ( $m_2$ ) vorgesehen.



EP 1 154 123 A1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung einer Welle in einem Hochdruck-Expansionsabschnitt einer Dampfturbine, wobei in einem Dampferzeuger Frischdampf mit einer Temperatur und einem Druck erzeugt und dem Hochdruck-Expansionsabschnitt zugeführt wird. Sie betrifft weiter einen Hochdruck-Expansionsabschnitt einer Dampfturbine mit einer drehbar gelagerten Welle und einem die Welle umgebenden Gehäuse, wobei der Hochdruck-Expansionsabschnitt mit einer Zuführung zum Zuführen von Frischdampf mit einer Temperatur und einem Druck von einem Dampferzeuger versehen ist.

[0002] Als Hochdruck-Expansionsabschnitt wird jeder Abschnitt einer Dampfturbine verstanden, in dem Frischdampf expandiert. Unter einer HD-Teilturbine wird jegliche Teilturbine verstanden, die unmittelbar mit Frischdampf beaufschlagt wird. Die Bezeichnung "HD-Teilturbine" erstreckt sich somit auch auf Dampfturbinen, in denen die Hochdruck-Expansion mit nachfolgenden Expansionsschritten in einem gemeinsamen Gehäuse erfolgt, insbesondere auf eine kombinierte Hochdruck-Mitteldruck-Teilturbine (HD/MD-Teilturbine).

[0003] Bei Dampfturbinen mit Reaktionsbeschaukelung führt die Expansion des zugeführten Frischdampfes zu Kräften, die in axialer Richtung auf Laufschaufeln an einer Welle der Dampfturbine führen. Um diese Kräfte auszugleichen ist bei bekannten Dampfturbinen ein Kolben zum Schubausgleich vorgesehen. Der Kolben ist gleichzeitig Teil der Wellendichtung. Ein derartiger Kolben ist beispielsweise in der DE 197 01 020 A1 sowie in der DE 68 09 708 U1 beschrieben.

[0004] Zum Zwecke des Schubausgleichs wird eine Stirnfläche des Kolbens mit Frischdampf beaufschlagt. Es ist eine relativ große Beaufschlagungsfläche und damit ein vergleichsweise großer Durchmesser des Kolbens erforderlich. Auf Grund des hohen Durchmessers wirkt eine hohe Zentrifugalbeschleunigung.

[0005] Der Frischdampf wird über der auf der Mantelfläche des Kolbens befindlichen Wellendichtung gedrosselt und benetzt ebenfalls die rückwärtige Stirnwand. Der Kolben ist daher im Betrieb hohen Temperaturen ausgesetzt. Die hohen Temperaturen führen zu einer verringerten Festigkeit des Kolbens. Es liegt daher eine hohe Belastung bei verringerter Festigkeit vor.

[0006] Der Kolben unterliegt somit wesentlichen Einschränkungen hinsichtlich der Materialauswahl. Im Regelfall muß ein hochwertiges Material verwendet werden. Da der Kolben im allgemeinen einstückig mit der Welle gefertigt wird, entstehen wesentlich erhöhte Kosten.

[0007] Zur Verringerung der Belastung des Kolbens kann beispielsweise die Frischdampf Temperatur herabgesetzt werden. Hierdurch wird allerdings die Turbinenleistung entsprechend verringert. Alternativ kann eine Gleichdruckstufe vorgeschaltet werden, die die Eintrittstemperatur des Frischdampfes absenkt. Wenn die-

se Gleichdruckstufe nicht aus anderen Gründen erforderlich ist, stellt sie eine aufwendige und zugleich nur eingeschränkte Lösung dar. Eine andere Variante sieht vor, den Kolben als Stufenkolben auszubilden. Der erforderliche Schubausgleich in axialer Richtung erfolgt durch mehrere Kolbenstufen mit zunehmendem Durchmesser. Diese zunehmenden Kolbendurchmesser lassen sich realisieren, da die Temperatur des Frischdampfes während der Drosselung abnimmt. Allerdings führt diese Lösung zu einer weiträumigen Benetzung des Gehäuses mit Frischdampf, was dieses verteuert, oder erfordert Ausgleichsleitungen mit großem Querschnitt zur Beschaukelung, um eine sichere Funktion zu gewährleisten.

[0008] Der in axialer Richtung wirkende Schub kann auch konstruktiv umgangen werden. Hierfür ist allerdings eine zweiflutige HD-Turbine erforderlich, die zwei Abströmungen sowie jeweils zwei getrennte Beschaukelungen auf einer durchgehenden Welle aufweist. Der Einstromung ist hierbei etwa in der Mitte der Turbine angeordnet. Der im Betrieb entstehende axiale Schub der entlang der Turbinenachse betrachteten linken und rechten Turbinenhälfte gleicht sich gegenseitig aus. Es ist daher kein Kolben zum Schubausgleich erforderlich. Allerdings sind die Kosten für Beschaukelung und Gehäuse einer zweiflutigen Turbine relativ hoch.

[0009] Bei nachfolgenden Expansionsabschnitten, zum Beispiel in Mitteldruck-Teilturbinen, kann eine Dampfkühlung des Kolbens vorgenommen werden. Eine derartige Lösung ist in der DE 198 23 251 C1 dargestellt. Als Kühlmedium wird Kondensat und/oder Dampf aus einem Kühlsystem der Dampfturbine über eine Dosiereinrichtung eingespritzt. Dieses Verfahren läßt sich allerdings bei einer HD-Teilturbine auf Grund des hohen herrschenden Drucks nicht anwenden.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Kühlung einer Welle einer HD-Teilturbine zu ermöglichen, insbesondere eine Kühlung eines Kolbens zum Schubausgleich.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß dem Dampferzeuger zur Kühlung Kühldampf entnommen wird, dessen Temperatur kleiner und dessen Druck größer ist als die des Frischdampfes. Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht zur Lösung der Aufgabe vor, daß der Hochdruck-Expansionsabschnitt eine weitere Zuführung zum Zuführen von Kühldampf aufweist, der dem Dampferzeuger entnommen ist und eine kleinere Temperatur und einen größeren Druck als der Frischdampf aufweist.

[0012] Durch das Entnehmen des Kühldampfes aus dem Dampferzeuger kann auf einen separaten, aufwendigen Kühlkreislauf verzichtet werden. Besondere Mittel zum Bereitstellen des für die HD-Teilturbine erforderlichen Druckes des Kühldampfes sind nicht erforderlich. Die erfindungsgemäße Kühlung ist daher gut zu realisieren. Weiter ist nur ein geringer Querschnitt für die Zuführung des Kühldampfes erforderlich. Die erfindungsge-

mäß vorgeschlagene Lösung kann daher mit geringem Aufwand in bestehende Anlagen nachgerüstet werden.

**[0013]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindungen gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

**[0014]** Der Kühleldampf kann zwischen einem Separator und einem Überhitzer des Dampferzeugers entnommen werden. Alternativ ist auch eine Entnahme aus einem Überhitzer des Dampferzeugers zwischen einzelnen Überhitzerelementen möglich. Die Druckdifferenz zwischen dem Kühleldampf und dem Frischdampf entspricht in etwa dem Druckverlust der umgangenen Überhitzerelemente. Je nach Anwendungsfall liegt der Druck des Kühleldampfes um etwa 1 bis 10 bar, insbesondere etwa 2 bis 7 bar höher als der Druck des Frischdampfes. Die Temperatur des Kühleldampfes liegt entsprechend der Zahl der umgangenen Überhitzerelemente niedriger als die Temperatur des Frischdampfes. Bei beiden Ausgestaltungen wird zuverlässig ein Kühleldampf mit geringerer Temperatur und größerem Druck als der Frischdampf bereitgestellt. Die Temperatur des Kühleldampfes kann beispielsweise zwischen etwa 350 °C bis 500 °C betragen.

**[0015]** Vorteilhaft wird der Kühleldampf dem Hochdruck-Expansionsabschnitt in der Nähe einer Zuführung für den Frischdampf zugeführt. Die erforderliche Kühlung erfolgt damit in einem Bereich, in dem die Temperatur des Frischdampfes noch relativ hoch ist. Hierdurch wird eine hohe Kühlwirkung erreicht.

**[0016]** In vorteilhafter Weiterbildung wird der Kühleldampf vor der Entnahme aus dem Dampferzeuger überhitzt. Dies verhindert ein unzulässiges Auskondensieren von Wassertropfen aus dem Kühleldampf. Das Ausmaß der Überhitzung hängt wiederum von den jeweiligen Randbedingungen ab.

**[0017]** Bei dem erfindungsgemäßen Hochdruck-Expansionsabschnitt mündet die Zuführung für den Kühleldampf vorteilhaft in eine Ringnut am Gehäuse, die um die Welle herumgeführt ist. Der Kühleldampf wird somit gleichmäßig über den gesamten Umfang von Welle und Gehäuse verteilt.

**[0018]** In vorteilhafter Weiterbildung ist die Welle im Bereich der weiteren Zuführung als Kolben ausgebildet, der zum Ausgleich von Kräften dient, die in axialer Richtung auf Schaufeln an der Welle wirken. Bei dieser Ausgestaltung wird der für den Schubausgleich erforderliche Kolben direkt gekühlt. Es kann daher eine höhere Eintrittstemperatur für den Frischdampf oder ein anderes Material für den Kolben und damit die Welle gewählt werden. Gleichzeitig wird die Leckage des Frischdampfes über die Wellendichtung gesperrt oder zumindest verringert und hierdurch der Wirkungsgrad des Hochdruck-Expansionsabschnitts verbessert.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung sind die Zuführung für den Frischdampf und die weitere Zuführung für den Kühleldampf eng nebeneinander angeordnet. Die Dichtungslängen entsprechen den vorliegenden Druckverhältnissen. Hierdurch ergibt sich auch

bei nur geringen Temperaturunterschieden zwischen Kühleldampf und Frischdampf eine optimale Kühlwirkung bei minimalem Kühleldampfstrom. Weiter erfolgt die Kühlung in dem thermisch am stärksten beanspruchten Bereich der HD-Welle.

**[0020]** In vorteilhafter Weiterbildung erfolgt eine Abschirmung des Frischdampfes von der Welle, beispielsweise durch eine Regelstufe, eine Diagonalstufe oder eine anders gestaltete Abdeckung. Die Zumischung des Kühleldampfes erfolgt vorteilhaft erst unmittelbar vor beziehungsweise innerhalb der HD-Beschaukelung. Auf diese Weise lassen sich weitere, thermisch hochbeanspruchte Bereiche der HD-Welle und der HD-Beschaukelung kühlen.

**[0021]** Vorteilhaft weist das Gehäuse ein Außenteil und ein Innenteil auf, und die Zuführung verläuft zumindest teilweise zwischen dem Außenteil und dem Innenteil. Hierdurch werden die Konstruktion des Gehäuses vereinfacht und das Zuführen des Kühleldampfes mit geringem Aufwand ermöglicht. Zusätzlich wird ein Kühleffekt zwischen den Gehäuseteilen, das heißt zwischen dem Innenteil und dem Außenteil bewirkt.

**[0022]** Nachstehend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in schematischer Weise in der Zeichnung dargestellt sind. Für gleiche und funktionsidentische Bauteile werden durchgehend dieselben Bezugszeichen verwendet. Dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Dampfturbinenanlage;

Figur 2 einen Längsschnitt durch eine HD-Teilturbine;

Figur 3 eine Ansicht ähnlich Figur 2 in weiterer Ausgestaltung;

Figur 4 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X aus Figur 2 oder Figur 3;

Figur 5 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit Y aus Figur 4;

Figur 6 eine schematische Darstellung eines Dampferzeugers mit der erfindungsgemäß vorgesehenen Entnahme des Kühleldampfes.

**[0023]** In Figur 1 ist schematisch eine Dampfturbinenanlage mit einer Dampfturbine 10 dargestellt. Die Dampfturbine 10 weist eine HD-Teilturbine 11 und eine MD/ND-Teilturbine 12 mit einer gemeinsamen Welle 13 auf. Im Betrieb dreht sich die Welle 13 wie schematisch angedeutet und treibt einen Generator 14. Die Welle 13 und der Generator 14 sind über eine nicht näher dargestellte Verbindung miteinander gekoppelt.

**[0024]** Der zum Betrieb der HD-Teilturbine 11 und der MD/ND-Teilturbine 12 erforderliche Dampf wird in einem Dampferzeuger 15 mit zugehörigem Überhitzer er-

zeugt. Der Dampf durchströmt die HD-Teilturbine 11, gegebenenfalls eine Zwischenüberhitzung 21 und anschließend die MD/ND-Teilturbine 12. Der aus der MD/ND-Teilturbine 12 austretende Dampf wird in einem Kondensator 16 kondensiert und über Pumpen 17 durch MD/ND-Vorwärmer 18 und HD-Vorwärmer 19, 20 zurück zum Dampferzeuger 15 geleitet. Zur Verbesserung des Wirkungsgrads der Dampfturbine 10 ist eine Speisewasservorwärmung A, B, C, D, E, n vorgesehen. Zur Beaufschlagung der HD-Teilturbine 11 und der MD/ND-Teilturbine 12 dienen schematisch dargestellte Ventile. Es sollen an dieser Stelle lediglich die Ventile 43 und 44 näher beschrieben werden.

[0025] Dem Dampferzeuger 15 wird ein Massenstrom  $m$  zugeführt. Aus dem Dampferzeuger 15 tritt der Hauptteil dieses Massenstroms  $m$  als Frischdampf  $m_1$  aus. Die Beaufschlagung der HD-Teilturbine 11 kann über das Ventil 43 eingestellt werden. Weiter wird dem Dampferzeuger 15 Kühleampf  $m_2$  zur Kühlung der HD-Teilturbine 11 entnommen. Die Menge des Kühleampfs  $m_2$  wird über das Ventil 44 eingestellt. Auf diese Weise kann die Beaufschlagung der HD-Teilturbine 11 mit Frischdampf  $m_1$  und Kühleampf  $m_2$  an die jeweils vorliegenden Randbedingungen optimal angepaßt werden.

[0026] Figur 2 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch die HD-Teilturbine 11 und Figur 3 einen Längsschnitt durch eine kombinierte HD/MD-Teilturbine 25 mit einer HD-Teilturbine 11 und einer MD-Teilturbine 12. Die Welle 13 ist in einem Gehäuse 22 mit einem Außenteil 23, einem Innenteil 24 und einer Abdeckung 26 aufgenommen (sogenannte Trommelbauweise der HD-Teilturbine). Es sind eine Einströmung 27 für den Frischdampf  $m_1$  und eine Abströmung 28 vorgesehen. In Figur 3 sind entsprechend Einströmung 27 und Abströmung 28 für die HD-Teilturbine 11 und die MD-Teilturbine 12 vorgesehen. Die Zuordnung erfolgt durch die Angabe HD beziehungsweise MD hinter dem jeweiligen Bezugszeichen. Die Abdichtung gegenüber der Umgebung erfolgt mittels schematisch dargestellter Dichtungen 29. Der Frischdampf  $m_1$  durchströmt die Beschaukelung der HD-Teilturbine 11 oder der HD/MD-Teilturbine 25 in Pfeilrichtung 32. Hierdurch wird eine Kraft erzeugt, die in Pfeilrichtung 32 in axialer Richtung auf die Welle 13 wirkt. Zum Ausgleich des erzeugten Schubes aus der HD-Beschaukelung ist ein Kolben 31 vorgesehen.

[0027] Der Kolben 31 weist einen vergleichsweise großen Durchmesser auf und wird mit dem zugeführten Frischdampf  $m_1$  beaufschlagt. Gemäß der Erfindung ist daher eine Kühlung des Kolbens 31 vorgesehen. Der Kühleampf  $m_2$  wird hierbei gemäß Pfeil 30 durch das Außenteil 23 geführt. Er strömt anschließend zwischen dem Außenteil 23 und dem Innenteil 24 und wird dann radial einwärts zum Kolben 31 geführt und der Kolben 31 wird mit dem Kühleampf  $m_2$  beaufschlagt. Hierdurch wird eine effektive Kühlung des Kolbens 31 erreicht. Gleichzeitig wird Leakage des Frischdampfes  $m_1$  über

den Kolben 31 gesperrt oder zumindest verringert und somit der Wirkungsgrad der HD-Teilturbine 11 verbessert.

[0028] Figur 4 zeigt eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X aus Figur 3 beziehungsweise Figur 4 und Figur 5 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit Y aus Figur 4 mit zusätzlicher Abschirmung des Frischdampfes  $m_1$ . In Figur 4 ist weiter schematisch die Zuführung des Frischdampfes  $m_1$  und des Kühleampfs  $m_2$  dargestellt. Die Temperatur  $T_1$  des Frischdampfes  $m_1$  ist hierbei größer als die Temperatur  $T_2$  des Kühleampfs  $m_2$ . Allerdings ist der Druck  $p_2$  des Kühleampfs  $m_2$  größer als der Druck  $p_1$  des Frischdampfes  $m_1$ . Der Frischdampf  $m_1$  und der Kühleampf  $m_2$  ergeben zusammen den dem Dampferzeuger 15 zugeführten Massenstrom  $m$ .

[0029] Der Frischdampfstrom  $m_1$  wird wie dargestellt über das Ventil 43 und eine Einströmung 27 zugeführt. Im Bereich der Einströmung 27 weist die Welle 13 eine Umfangsnut 33 neben dem Kolben 31 auf. Die Einströmung 27 wird von dem Innenteil 24 und einer Abschirmung 46 begrenzt. Zwischen dem Innenteil 24 und der Abschirmung 46 sind Leitschaukeln 45 der HD-Teilturbine 11 angeordnet.

[0030] Der Kühleampf  $m_2$  strömt gemäß Pfeil 30 zwischen der Abschirmung 46 und der Welle 13 zu den Laufschaufeln 34 und verhindert Leckagen des Frischdampfes  $m_1$ . Ein Teil des Kühleampfs  $m_2$  tritt unmittelbar vor oder im Bereich der Leitschaukeln 45 aus. Die Abschirmung 46 verhindert eine direkte Benetzung der HD-Welle 13 im Bereich der Umfangsnut 33.

[0031] Im Betrieb strömt der Frischdampf  $m_1$  durch die Beschaukelung und bewirkt hierdurch eine Kraft in Pfeilrichtung 32. Er drückt gleichzeitig auf eine Stirnfläche 36 der Nut 33 und erzeugt hierdurch eine Gegenkraft. Die Stirnfläche 36 wird hierbei so gewählt, daß sich die Kraft auf die Laufschaufeln 34 und die Kraft auf die Stirnfläche 36 näherungsweise oder vollständig ausgleichen.

[0032] Der Kolben 31 muß daher Kräfte in Pfeilrichtung 32 aufnehmen und wird gleichzeitig mit Frischdampf  $m_1$  mit hoher Temperatur  $T_1$  beaufschlagt. Gemäß der Erfindung ist daher eine Kühlung mittels Kühleampf  $m_2$  vorgesehen, wobei der Kühleampf  $m_2$  dem Dampferzeuger 15 entnommen wird. Die Menge des Kühleampfs  $m_2$  wird über das Ventil 44 eingestellt. Der Kühleampf  $m_2$  strömt dann in einen Ringspalt 37 zwischen dem Kolben 31 und dem Innenteil 24 des Gehäuses 22. Es sind eine oder mehrere Zuführungen 42 für den Kühleampf  $m_2$  vorgesehen, die in eine Ringnut 38 des Innenteils 24 mündet. Der Kühleampf  $m_2$  wird somit gleichmäßig über den gesamten Umfang des Kolbens 31 verteilt.

[0033] Die genaue Lage und die Abmessungen der Ringnut 38 hängen vom Einzelfall ab. Vorteilhaft wird die Lage der Ringnut 38 so gewählt, daß der einströmende Kühleampf  $m_2$  schubneutral ist. Diese Variante ist insbesondere bei der Nachrüstung in bereits beste-

henden Dampfturbinen 10 von Vorteil. Der Dampfmassestrom an Kühldampf  $m_2$  wird aus Gründen des Wirkungsgrads möglichst klein gehalten. Vorteilhaft wird er so gewählt, daß gerade ein sicheres Sperren des Frischdampfs  $m_1$  erreicht wird. Beispielsweise wird das Verhältnis von Kühldampfmassestrom zu Frischdampfmassestrom hierbei zwischen etwa 0,1 % bis 1,5 %, insbesondere zwischen etwa 0,5 % bis 0,8 % eingestellt abhängig von der Leistungsklasse der Dampfturbinenanlage.

[0034] Die Einströmung 27 für den Frischdampf  $m_1$  und die Zuführung 42 für den Kühldampf  $m_2$  sind eng nebeneinander angeordnet. Der Kühldampf  $m_2$  bewirkt somit eine effiziente Kühlung des thermisch stark beanspruchten Kolbens 31. Weiter werden Leckströme von Frischdampf  $m_1$  durch den Spalt 37 zwischen dem Kolben 31 und dem Innenteil 24 des Gehäuses 22 sicher verhindert, indem die Sperrwirkung des Kühldampfs  $m_2$  ausgenutzt wird. Daher erhöht sich der Wirkungsgrad der HD-Teilturbine 11.

[0035] Die Zuführung 42 für den Kühldampf  $m_2$  durch das Gehäuse 22 ist wärmebeweglich ausgeführt. Hierdurch werden thermische Verformungen von Außenteil 23 und Innenteil 24 ausgeglichen, insbesondere auch mögliche thermisch induzierte Spannungen (Wärmspannungen) zwischen Gehäuse 22 und Zuführung 42 begrenzt. Derartige Zuführungen sind dem Fachmann in einer Reihe von Ausgestaltungen bekannt und werden daher nicht näher erläutert.

[0036] Figur 6 zeigt schematisch einen Dampferzeuger 15 mit einem Verdampfer 39, einem Separator 40 und einem Überhitzer 41. Im Verdampfer 39 wird der zugeführte Massestrom  $m$  in die Dampfphase überführt. Eventuell enthaltene Wassertropfen werden im Separator 40 abgetrennt. Anschließend wird der Dampf dem Überhitzer 41 mit Überhitzerelementen 41a, 41b zugeführt. Im Überhitzer 41 wird die Temperatur des Dampfes erhöht. Gleichzeitig verringert sich der Druck auf Grund des Strömungswiderstandes der Überhitzerelemente 41a, 41b.

[0037] Gemäß dem Konzept der Erfindung kann der Kühldampf beispielsweise zwischen den Überhitzerelementen 41a, 41b aus dem Dampferzeuger 15 entnommen werden. In diesem Fall ist der Kühldampf  $m_{2a}$  überhitzt und weist eine Temperatur  $T_{2a}$  und einen Druck  $p_{2a}$  auf. Durch das Überhitzen des Kühldampfs  $m_{2a}$  vor der Entnahme aus dem Dampferzeuger 15 wird ein unzulässiges Auskondensieren von Wassertropfen aus dem Kühldampf  $m_{2a}$  verhindert. Das Ausmaß der jeweils erforderlichen Überhitzung hängt von den Randbedingungen ab. Der Unterschied zwischen den Temperaturen  $T_1$ ,  $T_{2a}$  und den Drücken  $p_1$  und  $p_{2a}$  des Frischdampfs  $m_1$  sowie des Kühldampfs  $m_{2a}$  hängt von der Anzahl der umgangenen (nicht durchströmten) Überhitzerelemente 41b ab.

[0038] Alternativ kann der Kühldampf  $m_{2b}$  zwischen dem Separator 40 und dem Überhitzer 42 aus dem Dampferzeuger 15 entnommen werden. Die Unter-

schiede in Temperatur  $T_1$ ,  $T_{2b}$  und Druck  $p_1$  und  $p_{2b}$  ergeben sich wiederum aus der Anzahl der umgangenen (nicht durchströmten) Überhitzerelemente 41a, 41b.

[0039] In beiden dargestellten Ausführungsbeispielen ist die Temperatur  $T_{2a}$ ,  $T_{2b}$  des Kühldampfs  $m_{2a}$ ,  $m_{2b}$  kleiner als die Temperatur  $T_1$  des Frischdampfs  $m_1$ . Dafür weist der Kühldampf  $m_{2a}$ ,  $m_{2b}$  einen größeren Druck  $p_{2a}$ ,  $p_{2b}$  als der Frischdampf  $m_1$  auf.

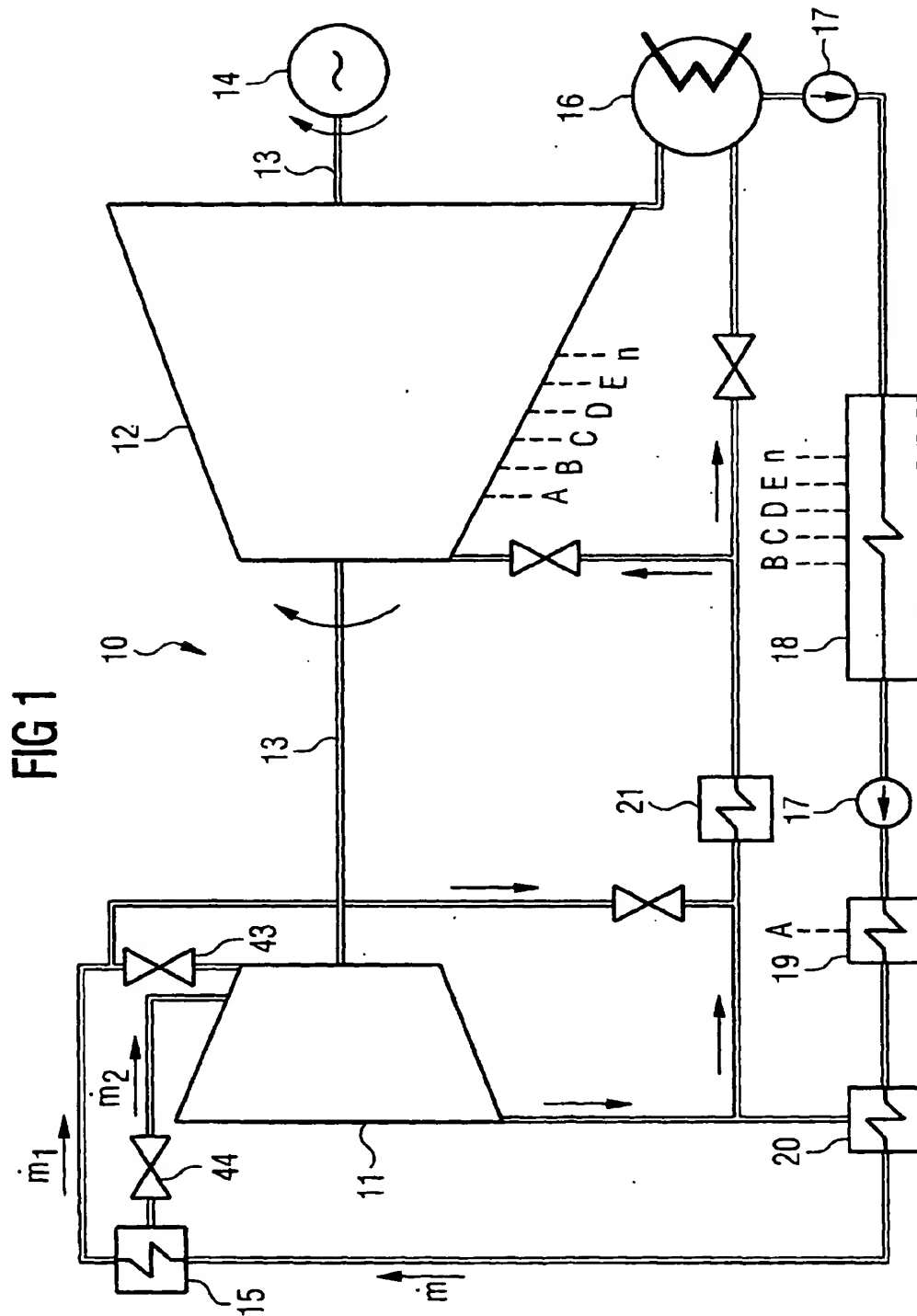
[0040] Das mit dem Verfahren und der Vorrichtung der Erfindung wird erstmals eine Entnahme von Kühldampf  $m_2$  aus dem Dampferzeuger 15 vorgesehen. Die Temperatur  $T_2$  des Kühldampfs  $m_2$  ist hierbei kleiner und der Druck  $p_2$  größer als die des Frischdampfs  $m_1$ . Es wird damit eine einfache Kühlung der HD-Welle 13 ermöglicht, insbesondere eine sehr effiziente Kühlung des Kolbens 31 zum Schubausgleich bereitgestellt.

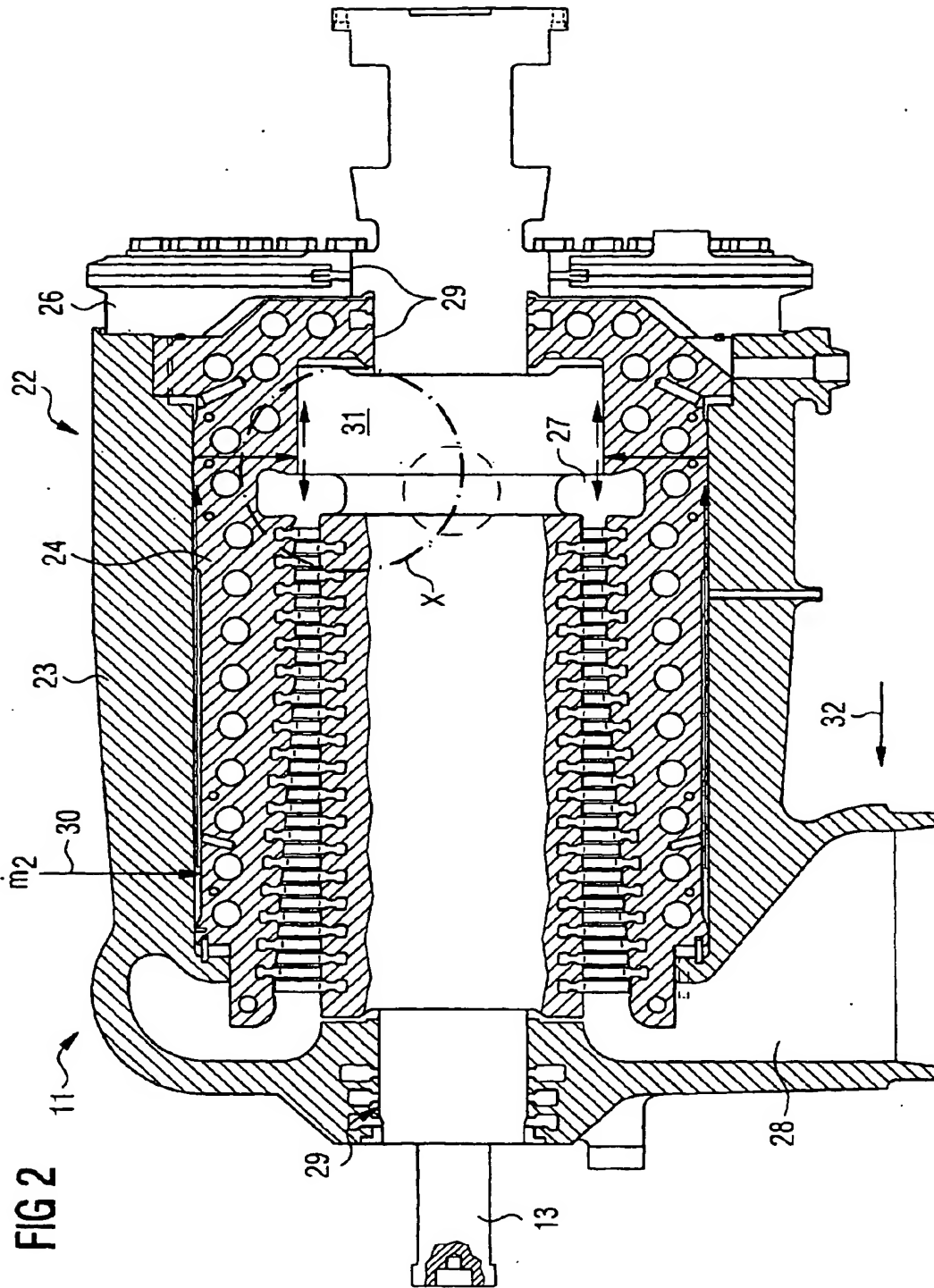
#### Patentansprüche

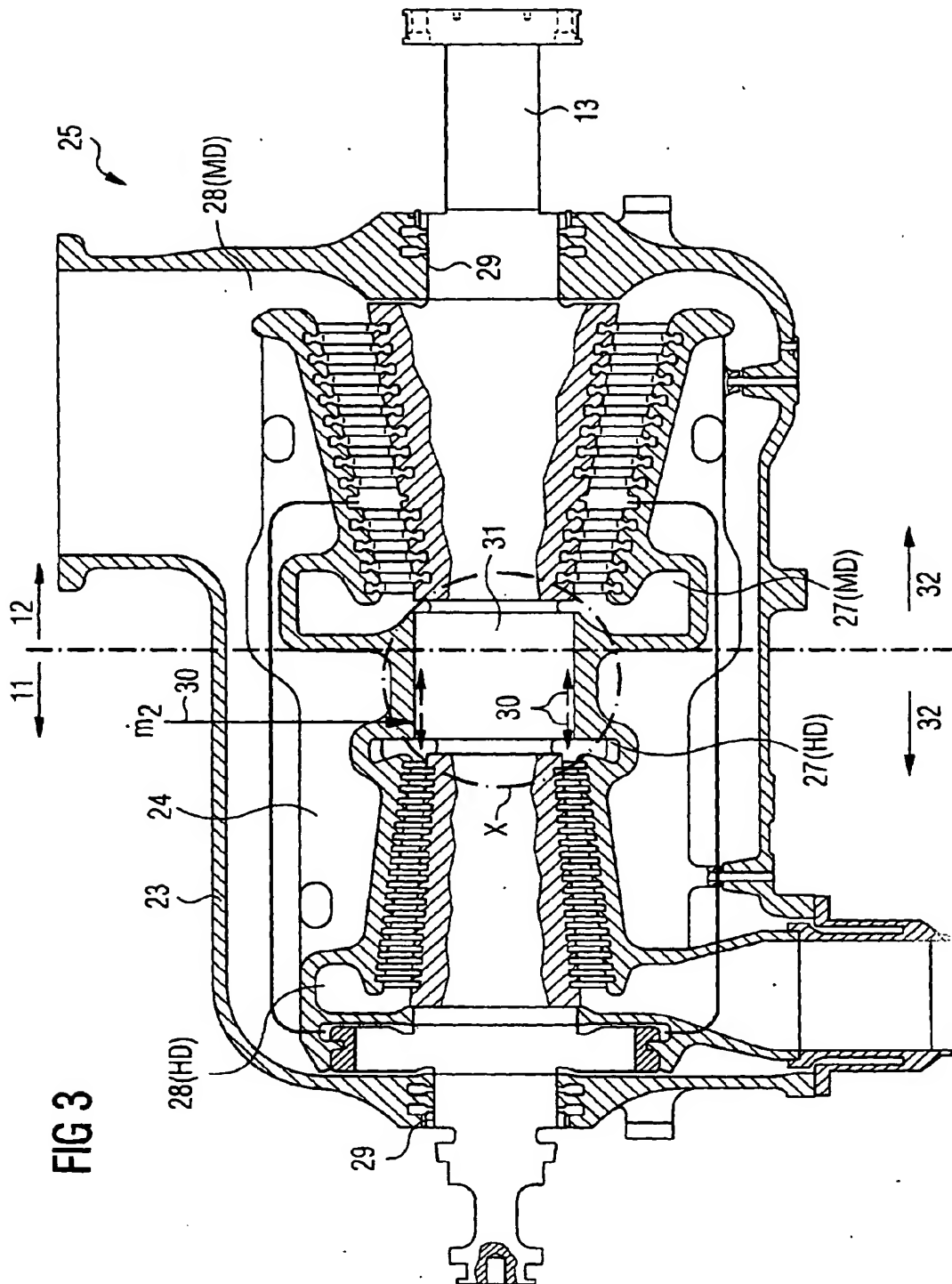
1. Verfahren zur Kühlung einer Welle (13) in einem Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) einer Dampfturbine (10), wobei in einem Dampferzeuger (15) Frischdampf ( $m_1$ ) mit einer Temperatur ( $T_1$ ) und einem Druck ( $p_1$ ) erzeugt und dem Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Dampferzeuger (15) zur Kühlung Kühldampf ( $m_2$ ) entnommen wird, dessen Temperatur ( $T_2$ ) kleiner und dessen Druck ( $p_2$ ) größer ist als die des Frischdampfs ( $m_1$ ).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühldampf ( $m_2$ ) zwischen einem Separator (40) und einem Überhitzer (41) des Dampferzeugers (15) entnommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühldampf ( $m_2$ ) aus einem Überhitzer (41) des Dampferzeugers (15) zwischen einzelnen Überhitzerelementen (41a, 41b) entnommen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühldampf ( $m_2$ ) dem Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) in der Nähe einer Einströmung (27) für den Frischdampf ( $m_1$ ) zugeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kühldampf ( $m_2$ ) vor der Entnahme aus dem Dampferzeuger (15) überhitzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zumischung des Kühldampfs ( $m_2$ ) erst unmittelbar vor der Beschaukelung des Hochdruck-Expansionsabschnitts

- (11) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Zumischung  
des Kùhldampfes ( $m_2$ ) innerhalb der Beschau- 5  
felung des Hochdruck-Expansionsabschnitts (11) erfolgt.
8. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) einer Dampf-  
turbine (10) mit einer drehbar gelagerten Welle (13)  
und einem die Welle (13) umgebenden Gehäuse 10  
(22), wobei der Hochdruck-Expansionsabschnitt  
(11) mit einer Einströmung (27) zum Zuführen von  
Frischdampf ( $m_1$ ) mit einer Temperatur ( $T_1$ ) und ei-  
nem Druck ( $p_1$ ) von einem Dampferzeuger (15) ver-  
sehen ist, 15  
**dadurch gekennzeichnet, daß** eine weitere Zu-  
führung (42) zum Zuführen von Kùhldampf ( $m_2$ )  
vorgesehen ist, wobei der Kùhldampf ( $m_{2a}$ ) der  
dem Dampferzeuger (15) entnommen ist und eine  
kleinere Temperatur ( $T_2$ ) und einen größeren Druck 20  
( $p_2$ ) als der Frischdampf ( $m_1$ ) aufweist.
9. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach An-  
spruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführung (42) 25  
in eine Ringnut (38) am Gehäuse (22) mündet, die  
um die Welle (13) herumgeführt ist.
10. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach An-  
spruch 8 oder 9, 30  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Welle (13) im  
Bereich der weiteren Zuführung (42) als Kolben  
(31) ausgebildet ist, der zum Ausgleich von Kräften  
dient, die in axialer Richtung (32) auf Schaufeln (34)  
an der Welle (13) wirken. 35
11. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach einem  
der Ansprüche 8 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Einströmung 40  
(27) für den Frischdampf ( $m_1$ ) und die weitere Zu-  
führung (42) für den Kùhldampf ( $m_2$ ) eng nebenein-  
ander angeordnet sind.
12. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach einem  
der Ansprüche 8 bis 11, 45  
**dadurch gekennzeichnet, daß** eine Abschirmung  
(46) des Frischdampfes ( $m_1$ ) von der Welle (13), bei-  
spielsweise durch eine Regelstufe, eine Diagonal-  
stufe oder eine anders gestaltete Abdeckung, vor-  
gesehen ist. 50
13. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach einem  
der Ansprüche 8 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführung (42)  
für den Kùhldampf ( $m_2$ ) unmittelbar vor der Be- 55  
schau-  
felung des Hochdruck-Expansionsabschnitts  
(11) angeordnet ist.
14. Hochdruck-Expansionsabschnitt (11) nach einem  
der Ansprüche 8 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführung (42)  
für den Kùhldampf ( $m_2$ ) innerhalb der Beschau-  
felung des Hochdruck-Expansionsabschnitts (11) an-  
geordnet ist.
15. Hochdruck-Expansionsabschnitt nach einem der  
Ansprüche 6 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse (22)  
ein Außenteil (23) und ein Innenteil (24) aufweist  
und die Zuführung (42) zumindest teilweise zwi-  
schen dem Außenteil (23) und dem Innenteil (24)  
verläuft.









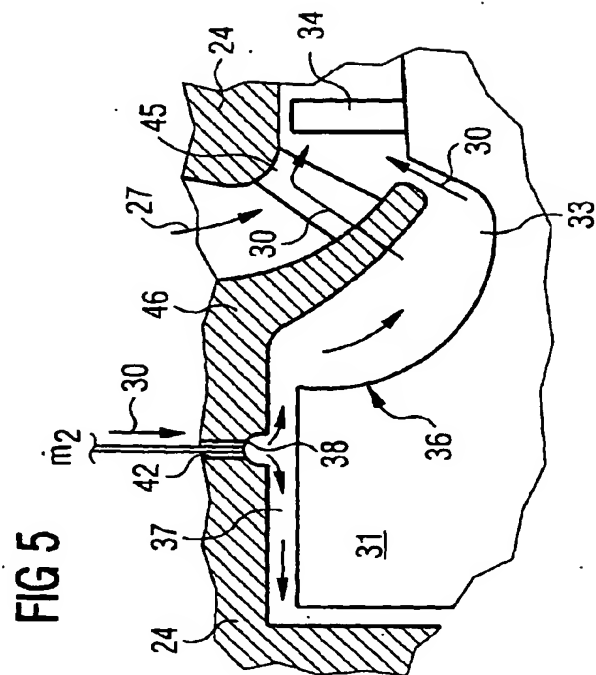
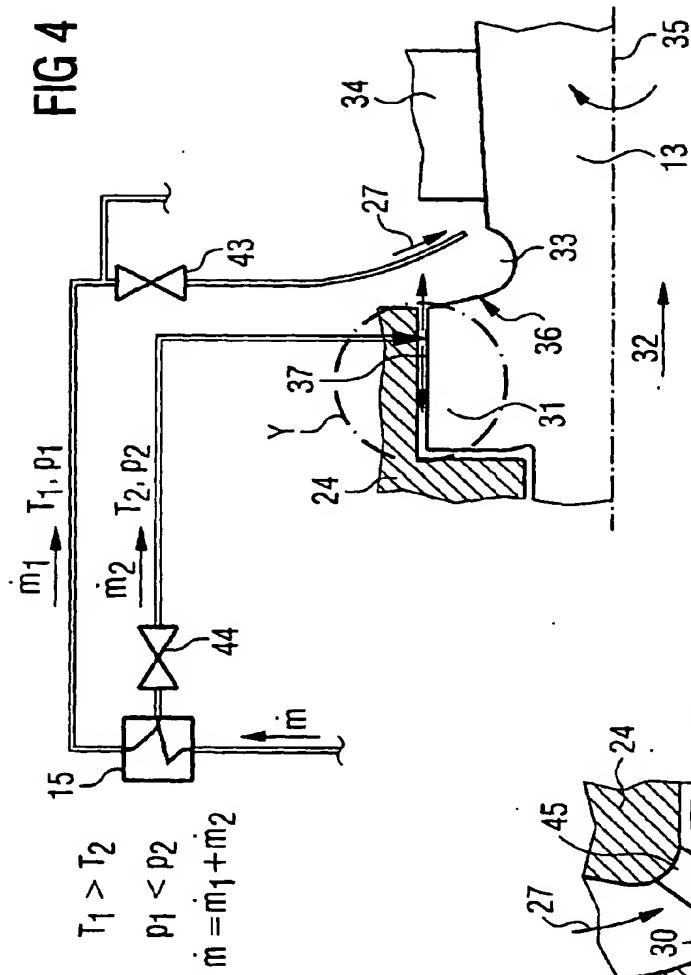
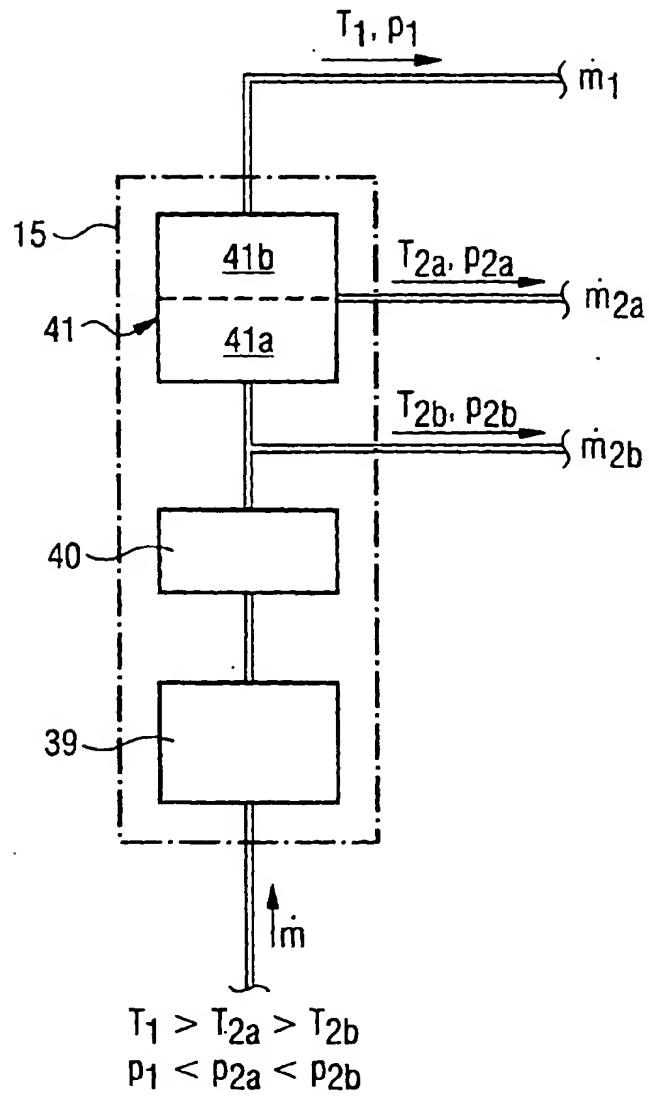


FIG 6





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 9911

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 047 (M-280), 2. März 1984 (1984-03-02) -& JP 58 202311 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 25. November 1983 (1983-11-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 *	1,2,4,6, 8,13	F01D5/08 F01D25/26
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 04, 31. März 1998 (1998-03-31) -& JP 09 317405 A (TOSHIBA CORP), 9. Dezember 1997 (1997-12-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,7 *	1,3-8, 11,13,14	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 221 (M-246), 30. September 1983 (1983-09-30) -& JP 58 113501 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 6. Juli 1983 (1983-07-06) * Zusammenfassung *	1,4,6-8, 11,13,14	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 037 (M-004), 27. März 1980 (1980-03-27) -& JP 55 010058 A (HITACHI LTD), 24. Januar 1980 (1980-01-24) * Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 *	1,2,4,7, 8,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Oktober 2000</b>	Prüfer <b>Van Gheel, J</b>
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichttechnische Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1603 03.02.02 (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 9911

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-10-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 58202311	A	25-11-1983	KEINE	
JP 09317405	A	09-12-1997	KEINE	
JP 58113501	A	06-07-1983	KEINE	
JP 55010058	A	24-01-1980	JP 1185890 C JP 58017330 B	20-01-1984 06-04-1983

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82